تطوير الخلطات واستيراد التقنيات لإنجاح تجربة البناء بالطين في الضفة الغربية

دكتورة/ايمان نبيه شقور*

ملخص البحث

يعتبر الطين من أقدم مواد البناء، واكثرها استدامة والتي ثبت استخدامها في مناطق وأزمان متعددة حول العالم، ومنها الضفة الغربية مجال البحث في هذه الدراسة، ويهدف هذه البحث الى إلقاء الضوء على بعض التجارب المحلية التطبيقية التي تم اللجوء إليها لإعادة إحياء استخدام الطين في الضفة الغربية من خلال تطوير الخلطات المستخدمة في تصنيع الطوب وكذلك استيراد تقنيات لم تكن معروفة محلياً للبناء بالطين، ودراسة هذه التقنيات وتطبيقها، ومن عوامل نجاح تجربة البناء باستخدام الطين كمادة بناء تقليدية الجمع بين التقنيات المحلية والعالمية، ومواد البناء المعاصرة والتقليدية والدراسات النظرية والتطبيق العملي الصحيح لها، فهي امتازت بتقليل تكلفة البناء المبدئية للنصف ولكنها اظهرت بعض القصور في مجال محدودية التشكيل المعماري للفراغات مما عرقل تعميم هذه التجربة.

الكلمات المفتاحية: الطين، تقنيات البناء، الخلطات، الاستدامة، الضفة الغربية.

١ - مقدمة

مع التطور الحاصل في مواد وتقنيات البناء التي تستنزف الموارد والطاقة، أصبح استخدام مواد البناء المحلية التي تحقق الاستدامة من المتطلبات الملحة لمواجهة كلٍ من النقص في الموارد، وارتفاع تكاليف الإنشاء و تحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين، استخدم الطين كمادة بناء منذ آلاف السنين في مختلف الحضارات [١]، كما في منطقة ما بين النهرين(٧٥٠٠ ق.م) وفي جنوب مصر(٥٠٠٠ ق.م)، وهي مادة متوافرة في الطبيعة واستخدامها يحقق الاستدامة[٢]، وقد قام المعماري حسن فتحي باستخدام الطين للبناء في المناطق ذات الجو الحار باستخدام الموارد البشرية المحلية [٣]، ولكن المباني الطينية غالباً ما تعاني من عددٍ من المشكلات كضعف مقاومتها للرطوبة مما أدى للحد من استخدام هذه المادة مع التطور التقني الكبير[٤]، وقد شرعت الدول المختلفة بالعودة لتفعيل استخدام هذه المادة ولكن بقواعد منضبطة كما في أستراليا، التي قد تكون أول من سعى لإصدار كود لتصميم المباني المنشأة من الطين في العام ١٩٥٢م وكذلك أمريكا وألمانيا ونيوزيلاندا، وكذلك قام مجموعة من العلماء بعمل دراسات وبحوث على مادة الطين لتطوير خصائصها[٥]، كعمل الإضافات التي تزيد من خاصية التماسك.

٢ - الأهداف والأهمية والمشكلة البحثية ومكان الدراسة

تعتبر مشكلة تحقيق الاستدامة بسبب نقص الموارد وزيادة أعداد السكان من القضايا المعاصرة المهمة على المستوى الاجتماعي والاقتصادي والبيئي، والتي جلبت اهتمام القائمين على صناعة المباني فبات التوجه إلى استخدام مواد البناء المحلية والتي تصنَّع من موارد طبيعية باستخدام طاقة أقل وانبعاثات ضارة اقل ضرورة ملحة للحد من استهلاك قطاع البناء للموارد.

وتعد مدينة أريحا في الضفة الغربية من أقدم المدن الفلسطينية التي ثبت استخدام الطين في مبانيها المختلفة والتي بقيت صامدة لعقود في وجه المناخ الحار، بالإضافة

* مدرس بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة النهضة، بني سويف، مصر
eman.shaqoor@nub.edu.eg.

لنموذج بحثي وتوعوي يستخدم كمتحف في مدينة رام الله وهما المجال المكاني لنقطتي البحث الرئيستين، حيث قدمت هذه المباني بيئة داخلية مناسبة وذات درجات حرارة معتدلة، مما أعاد التوجه إلى استخدام الطين كمادة بناء مع تحسين خصائصها مثل خاصية الانكماش والتشقق وضعف مقاومة قوى الشد في ظل التطور العلمي الحاصل في تكنولوجيا البناء[٦].

وتكمن أهمية هذه الدراسة في تقديم مقترح لاستخدام مادة الطين من حيث تعديل الخلطات كبديل أكثر فاعلية ومقاومة للظروف الجوية واستيراد تقنيات للوصول إلى تكلفة أقل ومتانة أعلى مقارنة بمواد البناء الحديثة وبطرح حالات دراسية للتحليل لمعرفة جوانب الإخفاق والنجاح فيها، فنجاح البناء بالطين يتطلب عدم إغفال عيوبه والعمل على تلافيها وإصلاحها بالعلم والتجربة كغيرها من مواد البناء الأخرى لضمان استمرار البناء به.

وهدف البحث هو تسليط الضوء على استخدام تقنيات للبناء بالطين غير المعتاد استخدامها محليا وعكس التطور التكنولوجي على مادة الطين لتحسين خصائصها.

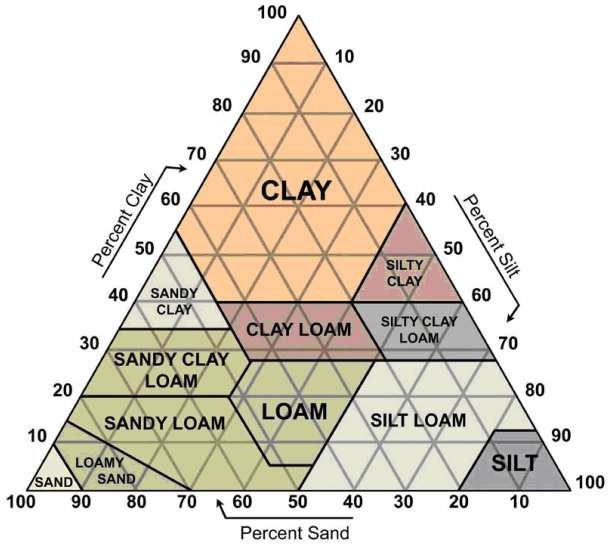
٣ - خطة ومنهجية البحث

سبل تطوير أي مادة بناء يعتمد على مدى دراسة خصائصها وعيوبها وطرق البناء بها وكذلك مكوناتها وتركيبها وما أحدث فيها من تطوير خلال تجارب سابقة، اعتمد هذا البحث استخدام المنهج الوصفي التحليلي لتجارب ميدانية تطبيقية في مجال العودة إلى استخدام الطين في البناء وذلك من خلال تسليط الضوء على عنصرين أساسيين هما تطوير الخلطات لمادة الطين لتلافي عيوب معينة، بالتوازي مع التقنيات المستخدمة في البناء، وثم استطلاع آراء المستخدمين في هذه التقنية من خلال المسح الميداني في جمع البيانات الخاصة بالموقع ومن ثم دراستها.

٤ - خلطات الطين المستخدمة في البناء

ومن التجارب السابقة ثبت أن التربة الصالحة للبناء يجب أن تحتوي على الطين CLAY الذي يعمل كمادة رابطة، ولتجنب تشقق مادة البناء بعد جفافها يجب أن تحتوي على الرمل الذي يعمل كمادة مالئة، ولضمان ثبات الخلطة يجب أن تحتوي مادة البناء على حصى، وتختلف نسب الخلطات لضمان الحصول على خصائص أقوى، وجرى العرف على تحليل نسب المادة الطينية من مباني سابقة لتحديدها في مكان محدد إذ أنها تختلف من مكان لآخر حسب مكونات التربة الطبيعية وطبيعة الاستخدام كما يظهر في هرم التربة شكل رقم (١)[٧].

ويوجد اختبارات عديدة يتم عملها لمادة الطين لتحديد مكوناتها تبدأ من الفحص اليدوي كاختبار الرائحة SMELL TEST واختبار اللون COLOUR TEST وكذلك الفحص المخبري[٨].



شكل رقم ١ - هرم التربة (المصدر Cillik.2012.p11) [٧].

وأجريت الكثير من التجارب العملية كمحاولات لتحسين خصائص مادة الطين من خلال إضافات معينة للخلطات بهدف زيادة ثبات مادة الطين STABILIZATION OF SOIL، أو تحقيق العزل للرطوبة و كذلك السيطرة على زيادة حجم مادة الطين، أو قلته بسبب الماء (انتفاخ وانكماش)، وتنوعت المواد المضافة[٩] للطين لتحسين الخصائص مثل المخلفات الحيوانية ANIMALS WASTE والألياف النباتية مثل القش STRAW [٨-١٠] والصمغ العربي، وزيت بذر الكتان، وزيت نبات جوز الهند الذي استخدم في العمارة الطينية في عدد من البلدان كالهند كمادة عازلة للماء[٨]، واستخدمت أيضا عصارة النباتات PLANT JUICES خصوصاً تلك المحتوية على نسب من المواد المطاطية والمواد اللاصقة كنباتات الموز والصبار، وكذلك الإسمنت البورتلاندي والجير كمادة مثبتة للطين ضد تأثير الماء والرطوبة[١٠]، فإضافة الجير والإسمنت للطين يعيد تشكيل قوى الربط فيها بحيث تظهر ضعيفة في بداية الخلط وتزداد بعد ذلك ويضاف الجير بنسبة ٣ -٥% ليقلل من

التشققات عند الانكماش، و كذلك يتم إضافة الإسفلت ASPHALT[٧] أو البيتومين لمقاومة حدوث التشققات[١٠]، ويضاف الرماد عند استخدام الطين كمحارة ليزيد من خاصية عزله للماء [١١].

٥ - التقنيات المستخدمة في المباني الطينية حول العالم

تنوعت وتعددت التقنيات المستخدمة للبناء بالطين في أماكن مختلفة حول العالم وهي تتلخص في الجدول رقم (١) التالي:

جدول ١ - تقنيات البناء بمادة الطين حول العالم (اعداد الباحث من مراجع مختلفة)

التقنية	المكان	طريقة التصنيع	النسب
الطوب الطيني المجفف (اللبن) [١٢] MUD BRICK ADOBE	يستخدم في بلاد الشام والسعودية وشمال إفريقيا وفي الولايات المتحدة الأمريكية	يصنع الطوب من الطين وإضافة القش لزيادة ثباته ومن ثم يجفف بالشمس	١م^3 من التربة الطينية و ٣/١ م^3 رمل كلسي و ٢٠ كغم قش
الطين المدكوك [١٠] RAMMED EARTH	يستخدم في أستراليا وجنوب أمريكا	دك الطين يدويا او ديناميكيا بين حاجزين	٨٥% تربة رملية و ١٥% تربة طينية
الطوب الطيني المضغوط [٦]COMPRESSED EARTH BLOCKS	المملكة العربية السعودية	طين ورمل يضغط بمواصفات مختلفة بمكابس	٢٠ -٤٠% تربة طينية و من ٦٠ -٨٠% تربة رملية و حصى حسب المنطقة
أكياس الطين [١٣]EARTH BAG	الفلبين	دك الطين داخل أكياس من الكتان	خلطات مختلفة و مواد مختلفة للأكياس
كرات الطينCOB [١٣]	أمريكا و ايران	الخلطة تشكل يدويا إلى كرات	الطين والرمل والماء والقش
طين مملوء داخل هيكل خشبي [١٠]WATTLE AND DAUB	فرنسا و ألمانيا	هيكل خشبي من عناصر رأسية و أفقية تملأ فراغاته بالطين	خلطة من الحصى والرمل الخشن والجير روث البقر والقش
الطوب المحروق FRIED BRICK [١٤]	العراق ومصر	يتم عمل الخلطة و تشكيلها في قوالب و من ثم حرقها	٤٠%طين و ٢٥% رمل و ٣٥% غرين ويضاف رمل ورماد
الحفر DUG OUT [١٤]	تونس وليبيا	حفر بالتربة لتشكيل الفراغات المعيشية	

٦ - تجارب إعادة إحياء البناء بالطين في الضفة الغربية

تعددت التجارب على مستوى تطوير الخلطات أو على مستوى استيراد التقنيات لإعادة استخدام مادة الطين في البناء ويمكن ذكر ثلاثة تجارب وتقيمها.

٦ -١ - مبنى التوعية البيئية في حديقة القيقب في رام الله

يتكون المبنى من فراغ واحد بمساحة ٥٥م^2 من الطوب الطيني المضغوط والذي جفف بالشمس، واستخدمت الفورم الخشبية لتشكيل المبنى، وغطيت الواجهات بطبقة رقيقة من الطين المخلوط بالجير، يستخدم كمتحف حي ونموذج توعوي للزائرين بالمباني البيئية وبمواد البناء الأكثر استدامة، وتم تصميم ملقف هوائي في المبنى لتحقيق التهوية الطبيعية واستخدم الزجاج في الواجهة الجنوبية لتدفئة المبنى مع امتداد القبو فوقه للتظليل[١٦]، شكل رقم (٢) يوضح مراحل انشاء هذا المبنى.

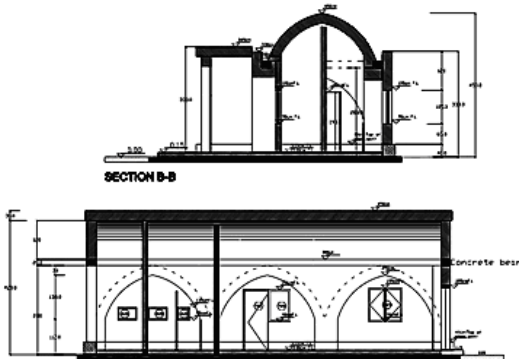
شكل رقم ٢ - مراحل إنشاء مبنى التوعية البيئية من الطوب الطيني (المرجع: تنسيق الباحث و الصور من موقع مرسم شمس ارض على شبكة الانترنت) [١٦]

٦ -٢ - مركز خدمات نسائي - الديوك

بتمويل من منظمة اليونيسكو تم تطوير خلطة الطين المستخدم لصناعة المباني في مدينة أريحا في الضفة الغربية مما حسن من خصائصها المختلف كزيادة العزل الحراري بشكل يفوق مواد البناء الحديثة كالخرسانة وتكونت الخلطة من عشرة مقادير: خمسة منها حصى وأربعة تراب وواحد جير، وأيضا إضافة الإسمنت بنسبة تتراوح بين ٤ -٨% من

كامل الخلطة، واشتركت الموارد البشرية المحلية من الجنسين في عملية البناء كتدريب و تحقيق المشاركة لتعميم التجربة فيما بعد، يتم خلط المواد قبل إضافة الماء بطريقة الرش وبالتدريج للوصول إلى خلطة متوسطة الرطوبة يتم تشكيلها على شكل طوب بمكابس هيدروليكية، ويتم تجميع الطوب وتغطيته بغطى بلاستيكي لمدة ثلاثة أيام ثم يعرض للشمس ثلاثة أيام أخرى مع استمرار رشه بالمياه ليستخدم بعد ما يقرب من ٧ -٨ أيام من تاريخ تشكيله وشكل رقم (٣) يوضح مقطع في المبنى.

تم بناء الأساسات من حجارة وخرسانة ومن ثم تم بناء الحوائط من الطوب الطيني والقباب من طبقتين من الطوب الطيني باستخدام فورم خشبية، وتتراوح سماكة الحائط بين ٣٠ -١٢٠ سم حسب البحور، وبالنسبة للبياض فهو مكون من الرمل والإسمنت والتراب والماء ويظهر مراحل الانشاء في شكل رقم(٤)[١٦].



شكل رقم ٣ - مقاطع تبين شكل المبنى من الداخل (المرجع: تنسيق الباحث والصور من موقع مرسم شمس ارض على شبكة الانترنت)

شكل رقم ٤ - مراحل تنفيذ مركز خدمات نسائي الديوك (المرجع: تنسيق الباحث والصور من موقع مرسم شمس ارض على شبكة الانترنت)[١٦]

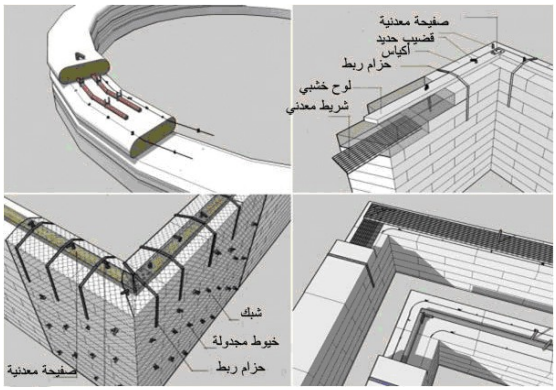
٦ -٣ - مبنى بيت القمر في اريحا

هو بيت سكني بني باستخدام الأكياس المعبأة (Earth bag) بالتراب والرمل والحصى والتي تم وضعها فوق قاعدة من الحجر لعزل المبنى عن الرطوبة والأمطار ووضع بين صفوف الأكياس أسلاك شائكة (تسليح أفقي) لربطها ببعضها والتي رصت على شكل دوائر يتناقص قطرها تدريجيا كلما صعدنا لأعلى، وتم إنشاء فتحات علوية وملاقف هواء للاستفادة من التهوية الطبيعية ووصلت سماكة الحوائط في هذا المبنى إلى ٨٠ سم مما يساعد على الحفاظ على درجة الحرارة الداخلية في المبنى صيفا وشتاءً، وتكمن الصعوبة في هذا المبنى في أن تقنية الأكياس البلاستيكية المعبأة غير مستخدمة محليا (انظر شكل رقم ٥)، وبلغت تكلفة إنشاء هذا المبنى المبدئية ٣٥ الف دولار والتي تصل إلى نصف تكلفة إنشاء مبنى بنفس المساحة من الإسمنت والحجر، بالإضافة إلى ميزة أن تكاليف تشغيل هذا المبنى خلال دورة حياته اقل

بكثير بسبب التوفير في الطاقة لتكييف المبنى مع البيئة المحيطة[١٥]، ومراحل انشاء المبنى موضحة بالصور في شكل رقم (٧).

شكل رقم ٥ - بيت القمر (المرجع: الباحث)[١٦]

وتعتبر هذه التقنية سريعة ولكن احتاجت إلى دراسة نظرية موسعة لأنها قامت على استيراد تقنية غريبة عن المكان للبناء بمادة محلية لها تقنياتها التقليدية الخاصة بهاكالطوب أو الدمك، وهذه التقنية الموضحة (بالشكل رقم ٦) تعتمد على ملء التراب الرطب داخل أكياس مصنوعة إما من البلاستيك أو الخيش، وأول استخدام كان لهذه التقنية عسكريا لبناء جدران الحماية، وقد قام البرفسور جرينوت ماينك بعمل تجارب عديدة لتطوير الطين كمادة بناء وكذلك التقنيات المستخدمة للبناء به وقد استخدم أكياس مصنوعة من القطن وتطورت هذه التقنية إلى أن تم استخدام لفائف عوضا عن الأكياس[١٧].



شكل رقم ٦ - تقنية البناء بالأكياس المملوءة بالطين (المرجع: tinyhousedesign.com

شكل رقم ٧ - مراحل بناء بيت القمر (المرجع: الباحث) [١٦]

٧ - المناقشة والتحليل

تعد تجارب تطوير الخلطات واستيراد التقنيات من التجارب الناجحة على المستوى الاقتصادي والبيئي والإنشائي والاجتماعي، واستخدام تقنيات لم تكون موجودة من قبل للبناء بمادة محلية تعد من التجارب الرائدة التي اثبت نجاحها كما في تجربة الأكياس الطينية وتقدم نماذج تشكيلية مختلفة ذا خصائص بيئية تحقق الراحة الحرارية بأقل طاقة خلال فترة التشغيل، ولكن لا تخلو هذه التجربة من بعض السلبيات التي تم التعرف عليها من خلال لقاءات ميدانية مع المستخدمين

والقائمين على التنفيذ والتي تتلخص بعدم وجود خبرات كافية لتطبيق التقنيات المستوردة التي اعتمدت على دراسات نظرية مما سبب عيوب في تطبيق التقينه بدون تطويرها لتلائم مناخ المكان، واستخدام الأكياس البلاستيكية يتناقض مع فكرة المباني البيئية وكذلك التكلفة النسبية لهذه المباني لاتزال مرتفعة مقارنة بمباني الحجر والإسمنت، كذلك الأشكال الناتجة عن تقنية البناء بالأكياس تفتقر إلى التنوع والتعدد مما يعيق من نشر التجربة، وعدم نشر الوعي الشعبي بثبات مثل هذا النوع من المباني انشائيا له دور في عدم نشر التجربة.

٨ - النتائج

استخدام التصميم المعماري في تشكيل المباني الطينية والذي يقوم على الجمع بين التجارب العلمية والعملية في تطوير الخلطات لمادة الطين لتحسين خصائصها والتقنيات المنتشرة حول العالم لإنتاج مباني ذات أشكال مختلفة لها دور كبير في جعل الطين مادة منافسة للمواد الحديثة، ويجب أن يرافق ذلك توعية شعبية لتغيير النظرة اتجاه هذه المباني التي ارتبطت بالفقر وان العوامل الاقتصادية والاجتماعية والبيئية هي التي تحث على استخدام هذه المادة، كافة التجارب الناجحة التي تساهم في خلق عمارة معاصرة من الطين وتتغلب على سلبيات العمارة التقليدية تدمج بين التجارب المحلية والعالمية وكذلك الحديثة والقديمة ومواد البناء الحديثة والطين على أساس علمي.

DEVELOPING MIXTURES AND FOREIGN TECHNOLOGIES FOR THE SUCCESS OF BUILDING BY CLAY IN THE WEST BANK

Dr. Eman Nabih Shaqoor*

APSTRACT

Clay is one of the oldest construction materials that have been used around word throughout history, including the West Bank area. This study focuses on some of local applied experiments that were used to revive the use of clay as a traditional building material in the West Bank through a combination between local and foreign techniques, contemporary and traditional building material, and applied experiments and theoretical studies. One of the advantages of this experiment is the reduction of initial cost to the half, but it showed some limitations such as the limited architectural configuration of spaces, which hindered the generalization of this experiment.

Keywords: Clay, Construction Techniques, Mixes, Revival, Sustainability, & West Bank

المراجع

١ - الكسبي، أشرف. تفعيل استخدامات الطين في البناء: نحو تنمية عمرانية مستدامة في اليمن. ندوة التنمية العمارنية الأولى: التطوير العقاري والاسكان المستدام. الدمام (٢٥ -٢٧) أكتوبر. كتاب البحوث وأوراق العمل، ٢٠١٠، (ص٢٦٩ -٢٨٢).

2- Norton. J., "Construction Unstabilized Earth Brick Vaults & Dome Roofing without Formwork", Development Workshop, Building Issues, Volume 9 1997.

٣ - فتحي، حسن. الطاقات الطبيعية والعمارة التقليدية. المؤسسة العربية للدراسات والنشر. القاهرة. ١٩٨٨

4- Maniatidis,V., and Walker P., "UK National Guidelines For Rammed Earth". 9th International Conference on the study and Conservation of Earthen Architecture, Terra Yazid-Iran, 2003.

٥ - عبده. مختارعلي عبد الحفيظ. تطوير تقنية حديثة للبناء الطيني. مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران. كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، الرياض، ٢٠١٠م، ص٤٣١ - ص٤٥٠.

6- Little, B. and Morton T., "Building with earth in Scotland: Innovative design and sustainability", Scottish executive central research unit 2001.

7- Cillik,B., "From earth for the earth .Earth building technologies as a key stone of the sustainable architecture", Bchelor of architectural technology and construction management. Via university collage, Horsens, Denmark 2012.

*** Lecturer of Architecture Engineering, Faculty of Engineering, Nahda University, Benisuef City, Egypt. eman.shaqoor@nub.edu.eg.**

8- Baker's. L., "Mud" .Published by COSTFORD (Centre of Science and Technology for Rural Development), India. 2nd edition 1993.

9- "Hand book for building homes of earth". Peace Crops. Appropriate technologies for development (https://pdhonline.com.PeaceCorpsHandbookForBuildingEarthHomes.pdf)

10- Minke,G., "Building with Earth-Design and technology of sustainable architecture", Birkhauser- Publishers for Architecture, Germany, 2006

11- Roaf, S., & Others, "Echo house- A design Guide", No. 3, Architectural Press, Elsevier, 2007.

12- Mud Brick Roofs (Ideas and Methods Exchanges No.42), Published by Office of International Affairs US Department of Housing And urban Development. Washington. DC 20140. USA, March 1957 reprinted January 1973.

13- Kiffmeyer. D. and Hunter, K., "Earth building: The tools, tricks and techniques", New society publishers 2004.

14- Brick Industry Association, "Technical Notes on Brick Construction (Manufacturing of Brick)", Reston, Virginia, and Seen in http://www.gobrick.com December, 2006.

15- Masad. D., "Shaded By Earth", This Week in Palestine, Issue No. 186...pp 38-41. (www. this week-inpalestine.com), October 2013

١٦- موقع مرسم شمس ارض على شبكة الانترنت، **www.shamsard.com**.

17- Chris C., "Structural Research Of Earth bag Housing Subject To Horizontal Loading", The University of Bath, United King Dom / http://www.structure1.com/Earthbag.pdf. 2011.